

## Vyžadují velozie oheň?

Čeď veloziovitých (*Velloziaceae*), v současnosti řazená do řádu pandánotvarých (*Pandanales*), má přes 300 rozlišovaných druhů, z nichž zhruba třetina je známa pouze z jednoho botanického sběru (typu). V Novém světě zahrnuje rody *Barbacenia* (včetně *Ayltonia* a *Burlemarxia*) se 102 druhy, *Vellozia* (125), *Nanuzia* (3) a *Barbaceniopsis* (4). Ze Starého světa je *Xerophyta* (včetně *Talbotia*) se 70 druhy. Čínský rod *Acanthochlamys*, jinak vyčleňovaný do samostatné podčeledi v rámci veloziovitých, do této čeledi neřadím – podle práce Pao-Chun Kao (1996) spadá spíše do řádu chřestotvarých (*Asparagales*). V následujícím článku shrnuji část bádání o této fascinující čeledi, jež vyšla v r. 2023 v mé on-line knize *Vellozias – Pandas of the Plant World*. Za typovou ilustraci rodu velozie (*Vellozia*) a několika jeho druhů vděčíme českému botanikovi, entomologovi a lékaři Johannu Christianu Mikanovi (1769–1844). Velozie zdobí skalní výchozy a krásou květů se vyrovnají orchidejím, kterých je ale na světě téměř stokrát více druhů.



1 První krajinu s dominancí velozí (*Vellozia*) nakreslil Johann Moritz Rugendas (1802–1858) v letech 1821–25. *Vallis velloziis arborescentibus consita: In Morro do Gravier prov. Minarum*. Publikoval ji Ignatz Urban až v r. 1906. Podobná vegetace je k vidění již pouze vzácně, např. v brazilském pohoří Ouro Branco, jehož je vyobrazená krajina součástí.

2 *Vellozia subsabra* v pohoří Sv. Josefa (São José), stát Minas Gerais, jihovýchod Brazílie

3 *Barbacenia flava* v pohoří Ibitipoca, Minas Gerais, duben 2016

4 Vzácná *Barbacenia gounelleana* je endemitem tří vrcholů v nadmořské výšce přes 2 000 m v oblasti brazilského národního parku Itatiaia.

5 Včely sbírající pryskyřici z listových růžic *V. subsabra*, září 2014

6 Mrtvá nymfa švába a množství drobného hmyzu uvězněného v pryskyřičné listové růžici *Vellozia* aff. *subsabra* (velozie blízké *V. subsabra*). Pohoří Ouro Grosso, Minas Gerais, červenec 2016

7 *V. epidendroides* vylučuje pryskyřici jak listy, tak žlázami na stvolech a v květech na dolní části kalichu obrůstající semeník.

8 Nymfa plošnice, pravděpodobně náležící k druhu *Heniartes annulatus*, s chycenou včelou v květu *Vellozia* aff. *subsabra*. Po těle má, díky pryskyřici, nalepená zrnka písku. Pohoří Ouro Grosso, únor 2016

výskyt velmi omezený, jsou mladé a nízké keřky velozí běžnější a přežívají i občasné, „chladnější“ požáry.

### Redukovaná živá biomasa

Velozie stromovitého nebo keřovitého vzezření nejsou vlastně dřevinami, protože jejich stonek (kaudex, kmínek) je tvořen odumřelou biomasou stonku a listových zbytků slepených pryskyřicí (o ní dále v textu). Na vrcholu tohoto odumřelého stonku je živá listová růžice, která může růst díky tomu, že ji adventivní kořeny prorůstající vnitřkem kaudexu spojují s půdou (obr. 10). Tím, že rostou uvnitř kaudexu, jsou živé kořeny chráněny mrtvou hmotou před poškozením zářem ohně a sezonním



Velozie jsou známé svou odolností vůči požárům a sezonnímu suchu, rostou převážně na substrátech velmi chudých na živiny. Krajinně dodávají osobitý charakter způsobem, který fascinoval renomované přírodovědce zkoumající v 19. století Brazílii (obr. 1). Daří se jim však i po pěti stoletích antropické přeměny jejich stanovišť?

Do Brazílie přivezli osadníci na počátku 15. století dobytek a vypalováním začali měnit původní vegetaci na pastviny. Ukládání hnoje zúrodnilo dříve téměř sterilní půdu, a tak otevřelo cestu invazním druhům rostlin, kterým se na skalách a bílém písku vegetační formace zvané campo rupestre, tedy kamenité pláně (viz např. Živa 1990, 3: 117–120), nedařilo. Jedním z nejničivějších druhů, které se šířily po zavedení chovu dobytka, je africká invazní tráva *Melinis minutiflora* s metabolismem  $C_4$ , která podporuje šíření ohně víc než původní, převážně  $C_3$  trávy. Tím se zvýšila intenzita požárů. Když v 18. století do Brazílie dorazili první přírodovědci, krajina s velozie uží měla za sebou dvě století antropických změn.

Oheň má na velozie různorodý vliv. Kouř z požárů vegetace způsobuje v populacích velozí hromadná kvetení (viz také obr. 16). Některé druhy, jako *V. pyrantha*, na přirozeném režimu požárů závisejí, zatímco jiné se zdají být nezávislé, jako např. *V. sincorana* vyskytující se na stejných stanovištích. V laboratoři bylo prokázáno, že krátká expozice ohni stimuluje rovněž adventivní větvení pravého stonku u *V. pyrantha*. Laboratorní studie 10 druhů z brazilských savan prokázaly, že kouř může podstatně zvýšit jejich klíčovost a že semena 9 druhů mohou přežít a klíčit i po krátkém vystavení teplotám až 200 °C (Zirondi a kol. 2019).

Dobře míněné hasičské zásahy, které v chráněných oblastech campo rupestre hasí každý požár, mohou velozím způsobit další škody, protože zvyšují hromadění paliva. Následný požár je tak mnohem silnější než požár původní savanové vegetace a vede ke zničení mnoha těchto rostlin (obr. 12). V pohořích Ibitipoca a Caraça, kde se dobytek, a tedy ani tráva *Melinis minutiflora* nevyskytují, nebo je jejich



3



4



5



6



7



8

suchem. Již v r. 1893 pozoroval dánský botanik Eugen Warming, že kaudexy velozíí uchovávají vodu. Studie jihoafrické *Xerophyta retinervis* zjistila, že kořenový systém uvnitř vláknitého kaudexu zajišťuje stálý příjem vody a živin, což umožňuje rostlinám odříznutým v blízkosti báze obnovu při přesazování. Velozie nemají živé zásobní orgány – tvoří např. cibule, hlízy ani bulvy (obr. 10 a 11).

Mladší vrcholové větve si zachovávají relativně konstantní průměr a navenek jsou tvořeny listovými pochvami, které mohou mít jasně viditelnou zónu odlučování listových čepelí od pochev. Ve vrcholové části jsou kořeny (ca 1 mm v průměru) skryty vrstvou listových pochev a probíhají rovnoběžně se stonkem. Listy, kořeny a stvolky zanechávají na povrchu stonku zřetelné jizvy. Zúžení průměru stonku ve výšce všech květních jizev naznačuje, že kvetení je věnováno značné množství energie.

Vlhkost a atmosférický prach zachycené v pryskyřici, odumřelé adventivní kořeny a endofyty uvnitř kaudexu vzájemně působí na udržení choulostivých a vzácných rostlinných pletiv při životě. Hypotézu kaudexu jako živného substrátu podporuje množství endofytů (hub a kvasinek) zjištěných v kaudexech několika zástupců velozíí, např. 282 druhů endofytů u *V. graminea* a 326 druhů u *V. gigantea*. Mezi všemi těmi mikroorganismy musí existovat neuvěřitelná síť interakcí, v níž se pomalu rozkládá vrstva odumřelých listových pochev a odumřelých kořenů. Tento rozklad může být udržován v pomalém tempu díky hojně a chemicky komplexní pryskyřici.

### Původ a funkce pryskyřice u velozíí

Před 35 lety jsem napsal pro Živu článek *Velozie – rostliny vyžadující oheň* (1989, 4: 167–169). Později se ukázalo, že v listových růžicích se nedrží dešťová voda, ale průzračná olejová pryskyřice. U některých velozíí pokrývá pryskyřice celý povrch listů a hromadí se na bázích. Vytváří se v nenápadných žlázkách na okrajích listů a zřejmě chrání dělivé pletivo (meristém) rostlin před poškozením požárem. Vrcholové (apikální) části listových pochev vylučují pryskyřici po celém svém povrchu a podporují stmelení kaudexu.

Distální (od báze vzdálené) části listových pochev *V. variabilis* vylučují pryskyřici také na celém svém povrchu, zatímco bazální části, připojené k pravému stonku, nejsou sekreční vůbec. To přidává ke kaudexu další funkční vrstvu pochvy. Vrstva v blízkosti stonku, zbarvená výronů pryskyřice, je náchylnější k prorůstání kořenů (pryskyřice by mohla kořenům bránit ve vstřebávání živin), kdežto nejvzdálenější vrstva je pryskyřicí pevně stmelena, což zabraňuje předčasnému unikání kořenů tam, kde by byly ve výšce požárů a příliš daleko nad substrátem. Pryskyřice navíc utěsňuje kaudex před kyslíkem, izoluje ho tepelně, a tím i chrání před poškozením ohněm.

K dalším předpokládaným funkcím pryskyřice patří ochrana před UV zářením, ztrátou vody, vysokými teplotami a před herbivorií (Martins a Paiva 2016). Tak např. u druhu *Xerophyta viscosa* se na povrchu listů přivráceném ke stonku objevují sekreční žlázy produkující lepkavou lipofilní olejovou pryskyřici složenou z di-

terpenů, fenolů a kyseliny stearové, které jsou domnělou obranou proti býložravcům, hmyzu a patogenům. Pryskyřičnaté, lepkavé listy velozíí také zachycují prachové částice a hmyz, jež jsou potenciálními zdroji fosforu. V půdní „chemické poušti“ campo rupestre je fosfor vzácný a domnívám se, že by hlavním zdrojem tohoto minerálního prvku pro pryskyřičnaté velozie v chudém prostředí mohl být právě přilepený uhynulý hmyz a prach jako u některých protokarnivorních rostlin (obr. 6). Protokarnivorní rostlina sice chytá a zabíjí hmyz nebo jiné živočichy, ale postrádá některé typické znaky karnivorních (masožravých) rostlin, např. žlázy vylučující trávicí enzymy. Přesto je pravděpodobně schopná vstřebávat živiny, které se z kořisti uvolní.

Včela medonosná (*Apis mellifera*) na velozíích sbírá pryskyřici z růžic listů na pomezí zelené a vadnoucí zóny, slouží jí jako stavební materiál (obr. 5). Některé ploštky z čeledi zákeřnicovití (Reduviidae) zase používají pryskyřici k lapání kořisti a k ochraně svých vajíček před vyschnutím. Opakovaně jsem pozoroval a dokumentoval jedince *Heniarthes annulatus*, kteří sbírali pryskyřici z listových růžic velozíí v campo rupestre (obr. 8). Všechny nymfy a většina dospělců těchto ploščic měla zadečky pokryté pryskyřicí, a často na nich tak ulpívala zrnka písku. Tyto ploščice také loví v květech velozíí potenciální hmyzí opylovače.

Jedním z možných důsledků vylučování pryskyřice je, že semena epifytů mají tendenci se na nich držet a množit více

než na rostlinách nevyklučujících pryskyřici. Několik druhů epifytů se zřejmě přizpůsobilo růstu výhradně na velozích, z Brazílie např. vstavačovitá *Pseudolaelia vellozicola* (Orchidaceae).

Povrch kaudexu vede rosu, déšť, a dokonce i vodu, která se pomalu nalévá z láhve, aniž by kapka spadla, a to i podél vodorovných částí větví a dolů podél kaudexu až k bázi rostliny. Mnohé druhy čeledi jsou také poikilohydrické – s proměnlivým obsahem vody v těle v závislosti na vnějších podmínkách (obr. 9).

### Dlouhověkost a pomalý růst

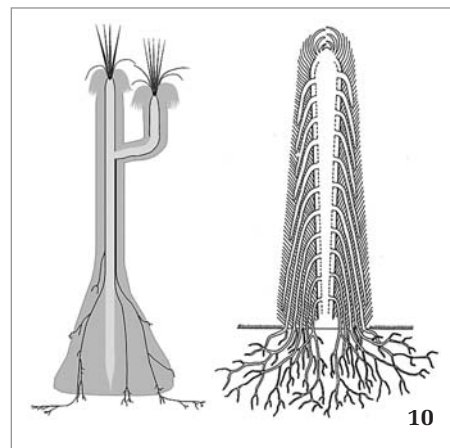
Dlouhověkostí některých druhů velozí jsem se zabýval už počátkem 90. let. První studie spočívaly v měření vzdáleností mezi pozůstatky květenství z předchozích let na stoncích tří druhů. Mnou navržené rychlosti růstu extrapolovali Leonardo C. Ribeiro a kol. (2016) při studiu populací *V. gigantea*, nejvyššího známého druhu této čeledi. Posléze však vyšlo najevo, že některé druhy nekvetou každoročně. Proto jsem se rozhodl pro dlouhodobé sledování růstu jedinců vybraných druhů.

V populaci *V. subscabra* v pohoří Sv. Josefa (São José) jsem v r. 1993 označil 11 jedinců vložení očíslované plastové visačky připravené tenkou a pružnou smyčkou těsně pod živými listy nejvyšší listové růžice. Tento volný způsob uchycení umožnil, aby se staré mrtvé listy, které tvoří kapuci (listy některých druhů po odumření neopadnou ihned, ale časem odehníjí), ohýbaly přirozeně. Populace byla znovu studována po 653, 1 096 a 1 276 dnech a pokaždé byli přeživší jedinci změřeni. V populaci *V. subscabra* v pohoří São José měla roční přírůstek 0,65–0,8 cm. Nejvyšší nalezený jedinec s výškou 360 cm tak byl starý 1 090 až 1 286 let. Pokud bychom tyto údaje použili na výpočet stáří u *V. gigantea* z pohoří Cipó, nejvyšší známá velozie dosahující 7,4 m by žila 1 138 až 2 176 let, oproti odhadu 740 let, jehož autoři využili mé předchozí výpočty.

Od r. 1998 jsem také měřil růst velozie *V. dracaenoides* v pohoří Ouro Branco po dobu 590 dnů. Ukázalo se, že tento druh přirůstá pouze 0,34 cm/rok. Jedince nižší než 151 cm jsme nenašli. Vzhledem k průměrné rychlosti růstu by byla nejnižší nalezená velozie stará 457–539 let. Když Evropané začali koncem 16. století zkoumat území státu Minas Gerais na jihovýchodě Brazílie, všichni námi studovaní jedinci již měřili 42–258 cm. Tato předběžná zjištění naznačují, že v Brazílii měla introdukce dobytka evropskými kolonizátory negativní vliv na rostlinná společenstva kamenitých plání daleko dříve než pozdější ekonomické cykly jako zlatokopectví či pěstování kávy a cukrové třtiny. Chov dobytka vedl mimo jiné k invazi exotických travin, následné změně požárového režimu a zvyšování dostupnosti živin nebo eutrofizaci v důsledku ukládání dobytčích trusu, čímž vznikly podmínky, za kterých už nedochází k uchycování nových jedinců velozí, ale jen k přežívání starých rostlin.

### Vzácné studie opylovačů

Počet druhů veloziovitých zkoumaných z hlediska opylování je zatím nesmělý, protože doba kvetení není snadno předví-



datelná a protože rostou na poměrně nepřístupných stanovištích. Květy jsou velké a pestré, s širokou škálou hmyzích a ptáčích opylovačů, případně i letounů. Rozměry květů jsou vzhledem k velikosti živé listové růžice velké, kvetení tak představuje pro rostliny značnou investici energie a zdrojů, které by jinak mohly být využity na růst. To může být důvodem, proč průměr skutečného stonku u některých zástupců rodu *Vellozia* vykazuje zúžení odpovídající tvorbě květů.

Krátkověké květy podobné liliím, které produkují nektar a mají sladkou vůni, jsou u velozí častěji opylovány včelami, zatímco květy rodu *Barbacenia* s dobře vyvinutými zvonkovitými korunami obvykle opylují kolibříci a případně letouni. Kolibříci opylují také některé druhy rodu *Vellozia*. U *B. paranaensis* se kolibříci ukázali být jedinými účinnými opylovači,

**9** *Nanuzia plicata* přichází do stavu poikilohydrie (blíže v textu) začátkem suchého období. Zelené listy se zbarví nejprve do fialova jako zde, pak zežloutnou a seschnou. V kontaktu s vodou se do dvou dnů fotosyntéza obnoví a listy opět zezelenají. Foto N. Silva

**10** Schematický podélný řez kaudexem vzprímené, dlouhověké velozie (např. *V. dracaenoides*). Vlevo černé: živé orgány – vrcholové listové růžice, extrémně redukováná vrcholová část stonku, několik kořenů probíhajících podél stonku, vyrůstajících a větvičících se u báze. Světle šedá střední osa – odumřelá část pravého stonku, která nemá žádné druhotné ztloustnutí. Tmavě šedá – odumřelý zbytek kaudexu, apikálně tvořený převážně odumřelými listovými pochvami, často zakončenými kapucí odumřelých listů, s rostoucím podílem kořenů směrem

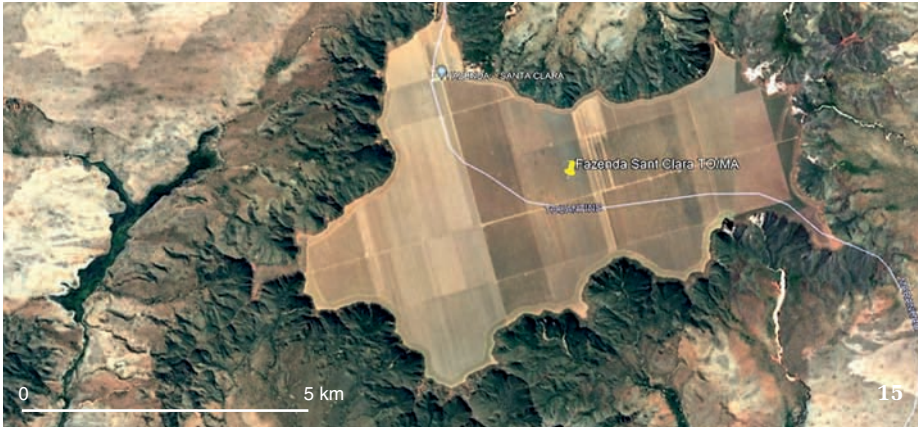




13



14



15

k bázi. Odumřelé stonky tvoří nekonečně malý podíl a nejsou znázorněny.

Orig. R. J. V. Alves. Vpravo schéma kaudexu zástupce čeledi veloziovitých (*Velloziaceae*) podle H. Webera (1954, Kubitzki 1998), které je zkrácené, protože zobrazuje pravý stoněk s nesmyslným ztloustnutím výraznějším směrem k vrcholu a živé adventivní kořeny připojené spíše k mrtvé bázi stonku než k živému vrcholu.

**11** Podélný řez vrcholem kaudexu *V. squamata* s červeně vyznačenými třemi vrchními články stonku – pravděpodobně přírůstky mezi kvetením rostliny

**12** Populace *V. subscabra* zdecimovaná požárem, který se rozšířil v porostu invazní trávy druhu *Melinis minutiflora*. Pohoří Sv. Josefa, říjen 2016

**13** Včely *Trigona spinipes* sbírají pyl i na *V. squamata*. Tocantins, Lizarda

**14** Nevýrazně zygomorfní květ *Barbacenia arachnoidea*, tedy s jednou osou souměrnosti. Tocantins, červen 2006

**15** Campo rupestre – bývalé stanoviště veloziovitých na stolové hoře obklopené savanou. Pískovcová stolová hora přeměněná na šachovnicovou zemědělskou půdu. Brazílie, hranice států Tocantins a Maranhao poblíž města Lizarda, Fazenda Santa Clara. Stejný osud potkal mnoho takových stolových hor, což vedlo k bezprecedentnímu a většinou nedokumentovanému vymírání druhů flóry a fauny. Zdroj: 2023 © Maxar Technologies.

**16** Hromadné kvetení *V. intermedia* v pohoří Ibitipoca v Minas Gerais, vyvolané kouřem z rozsáhlého požáru v okolí, únor 2017. Snímky: R. J. V. Alves, pokud není uvedeno jinak



16

přestože nejčastějšími návštěvníky byly včely, především v Brazílii nepůvodní včela medonosná, sbírající nektar. Nízká genetická diverzita zjištěná v populacích *V. leptopetala*, druhu produkujícího nektar, je patrně spojena s intenzivním vyhledáváním potravy jejím teritoriálním opylovačem – kolibríkem čabakovým (*Augastes scutatus*). Naopak vyšší genetická diverzita *V. epidendroides* je ve stejné studii vysvětlována většími a rozšířenějšími populacemi, méně omezenými nároky na stanoviště a opylováním včelami.

Včela medonosná byla do Jižní Ameriky dovezena počátkem 18. století. V současnosti je účinným opylovačem velozii a pravděpodobně nahradila několik původních včelích opylovačů. Druh *V. squamata* má velké otevřené květy s bohatou produkcí pylu a volnými okvětními lístky, které rozkvétají v synchronizovaných vlnách a jsou opylovány malými původními druhy včel i včelou medonosnou (obr. 13).

Opylení u rodu *Xerophyta*, s jeho krásnými květy, je záhadou. Unikátní a snad první fotografie návštěvníků květů *X. elegans* pořídil prof. Steven Johnson z Jihoafrické republiky. Přítomnost nektaru naznačují zástupci čeledi pestřenkovití (*Syrphidae*), ale je známo, že vyhledávají také pyl. Jiní autoři předpokládali jako opylovače u rodu *Xerophyta* včely a možná i ptáky z čeledi strdimilovití (*Nectariniidae*), ale neuvěřili osobní pozorování ani odkazy (Crouch a Condy 2009). Při tak malém počtu zaznamenaných denních návštěvníků květů se zdá pravděpodobné, že některé, zejména bělokvěté druhy rodu *Xerophyta* by mohly být opylovány nočními motýly z čeledi lišajovití (*Sphingidae*) nebo letouny v noci, a uniknout tak našim zrakům.

Ke květům veloziovitých dodejme ještě pro zajímavost, že většina druhů má květy pravidelné (aktinomorfni), jen velmi vzácně se vyskytují květy mírně souměrné (zygomorfni). V řádu pandantových byla zygomorfie dříve známa pouze u sumaterského rodu *Stemona* (čeleď *Stemonaceae*). V brazilském státě Tocantins jsme objevili několik rostlin rodu *Barbacenia* s takovou květní zygomorfií, že na první pohled připomínaly orchideje (obr. 14).

### Velozie jako užitkové rostliny

Již před 100 lety velozie sloužily jako skvělé palivo, díky vysokému obsahu pryskyřic pomáhaly udržovat tlak v kotlích železničních lokomotiv, a tak konkurovaly uhlí nejvyšší kvality. Dochované malé populace nutí ke spekulacím, kolik druhů velozii v éře parních vlaků kvůli tomu vyhnulo dřívě, než mohly být popsány pro vědu. Dodnes se jejich kaudexy prodávají na podpalování ohně. Několik druhů také tvoří farmakologicky užitečné látky. Jakékoli komerční využití velozii však není udržitelné kvůli jejich pomalému růstu. Pro komerční/průmyslové uplatnění by bylo třeba tyto látky izolované z veloziovitých rostlin syntetizovat, aby se zachovaly přírodní populace, které bývají malé a rostou pomalu, jak již bylo uvedeno (obr. 15).

Použitou literaturu a další fotografie najdete na webových stránkách Živy. K dalšímu čtení např. Živa 2018, 6: 295–301 a CLXIX–CLXXII.